

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-218683

(43)Date of publication of application : 19.08.1997

(51)Int.Cl.

G10H 7/08

(21)Application number : 08-048084

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 09.02.1996

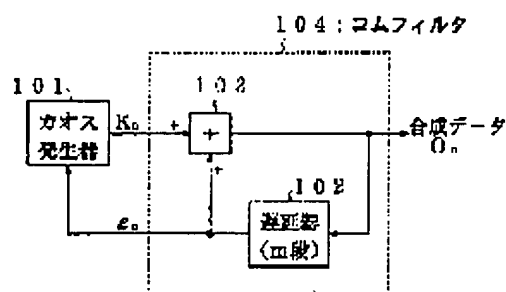
(72)Inventor : NAKANISHI MASAHIRO  
MORI DAISUKE

## (54) MUSICAL TONE SYNTHESIZER

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a device capable of generating musical tones having ample fluctuating feels which cannot be synthesized by a PCM sound source and an FM sound source.

SOLUTION: This synthesizer is provided with a chaos generator 101 which generates random signals and a COM filter 104 which amplifies the harmonic components of the frequencies corresponding to the pitches of the desired musical tones. Both are coupled in the form of interfering with each other. The random waveforms generated by the chaos generator 101 are resonated by the COM filter 104, by which the desired synthesized tones are obtd. At this time, perturbation is applied to the signals in the chaos generator 101 with the waveform taken out of the arbitrary tap positions of the COM filter 104. The synthesized tones having the characteristics possessed by the natural musical instruments that the rising sections of the tones are random and, thereafter change gradually to the periodic waveforms having the fluctuating feels, thereby, are obtd.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 12.10.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3455004

[Date of registration] 25.07.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-218683

(43) 公開日 平成9年(1997)8月19日

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>  
G10H 7/08

識別記号

F I  
G10H 7/00

531

審査請求 未請求 請求項の数12 F D (全10頁)

(21) 出願番号 特願平8-48084

(22) 出願日 平成8年(1996)2月9日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社  
大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 中西 雅浩  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 森 大輔  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

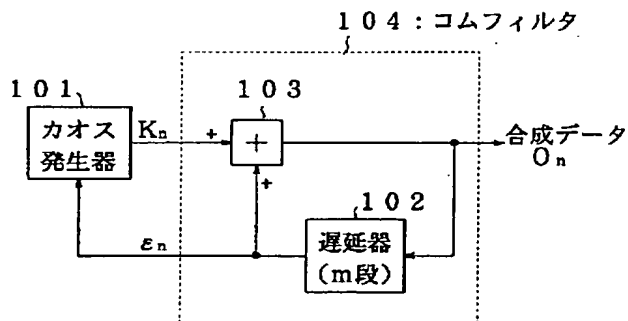
(74) 代理人 弁理士 岡本 宜喜

(54) 【発明の名称】 楽音合成装置

(57) 【要約】

【課題】 PCM音源やFM音源では合成することのできない、より変動感に富んだ楽音を発生することができる楽音合成装置を提供すること。

【解決手段】 ランダムな信号を発生するカオス発生器101と、所望の楽音のピッチに相当する周波数の倍音成分を増幅するコムフィルタ104を設け、これらを互いに干渉させあう形式で結合する。カオス発生器101が発生したランダムな波形をコムフィルタ104が共振させることにより、所望の合成音を得る。このときコムフィルタ104の任意のタップ位置から取出した波形でカオス発生器101の内部の信号に摂動を与えることにより、音の立上り区間はランダムで、その後次第に変動感をもった周期波形に変化する自然楽器がもつ特徴を持った合成音となる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力データに対してランダムなデータ系列  $K_n$  を発生するランダム信号発生手段と、遅延器と加算器とを閉ループ状に結合して、前記ランダム信号発生手段のデータ系列  $K_n$  を前記加算器に入力し、前記遅延器の遅延出力を前記ランダム信号発生手段の入力データとして与えると共に、前記加算器の加算入力として与えることにより、前記加算器の出力から合成波形データ  $O_n$  を生成するデータ巡回手段と、を具備することを特徴とする楽音合成装置。

【請求項 2】 入力データに対してランダムなデータ系列  $K_n$  を発生するランダム信号発生手段と、遅延器と減算器とを閉ループ状に結合して、前記ランダム信号発生手段のデータ系列  $K_n$  を前記減算器に入力し、前記遅延器の遅延出力を前記ランダム信号発生手段の入力データとして与えると共に、前記減算器の減算入力として与えることにより、前記減算器の出力から合成波形データ  $O_n$  を生成するデータ巡回手段と、を具備することを特徴とする楽音合成装置。

【請求項 3】 入力信号を非線形に変換する非線形変換器、前記非線形変換器の出力を波形データ  $\varepsilon_n$  と乗算又は加算し、この信号を遅延して前記非線形変換器の入力信号として与える第 1 の遅延器を有し、ランダムなデータ系列  $K_n$  を発生するランダム信号発生手段と、第 2 の遅延器と加算器とを閉ループ状に結合して、前記ランダム信号発生手段のデータ系列  $K_n$  を前記加算器に入力し、前記第 2 の遅延器の遅延出力を前記ランダム信号発生手段の入力データとして与えると共に、前記加算器の加算入力として与えることにより、前記加算器の出力から合成波形データ  $O_n$  を生成するデータ巡回手段と、を具備することを特徴とする楽音合成装置。

【請求項 4】 入力信号を非線形に変換する非線形変換器、前記非線形変換器の出力を波形データ  $\varepsilon_n$  と乗算又は加算し、この信号を遅延して前記非線形変換器の入力信号として与える第 1 の遅延器を有し、ランダムなデータ系列  $K_n$  を発生するランダム信号発生手段と、第 2 の遅延器と減算器とを閉ループ状に結合して、前記ランダム信号発生手段のデータ系列  $K_n$  を前記減算器に入力し、前記第 2 の遅延器の遅延出力を前記ランダム信号発生手段の入力データとして与えると共に、前記減算器の減算入力として与えることにより、前記減算器の減算出力から合成波形データ  $O_n$  を生成するデータ巡回手段と、を具備することを特徴とする楽音合成装置。

【請求項 5】 前記ランダム信号発生手段は、時間  $n$  ( $n$  は整数) におけるデータ  $X_n$  が差分方程式  $X_{n+1} = f(X_n) \pm \varepsilon_n$  に従って変化することにより、データ系列  $K_n$  を発生するものであることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項記載の楽音合成装置。

【請求項 6】 前記ランダム信号発生手段は、時間  $n$  ( $n$  は整数) におけるデータ  $X_n$  が差分方程式  $X_{n+1} = \varepsilon_n \times f(X_n)$  に従って変化することにより、データ系列  $K_n$  を発生するものであることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項記載の楽音合成装置。

【請求項 7】 予め記憶された波形を外部からの発音指示に従い波形データ  $I_n$  として読み出す基本波形発生手段と、

入力データに対してランダムなデータ系列  $K_n$  を発生するランダム信号発生手段と、

前記基本波形発生手段の波形データ  $I_n$  と前記ランダム信号発生手段のデータ系列  $K_n$  とを入力して重み付け加算をする波形混合手段と、

遅延器と加算器とを閉ループ状に結合して、前記波形混合手段のデータ系列  $K_n$  を前記加算器に入力し、前記遅延器の遅延出力を前記ランダム信号発生手段の入力データとして与えると共に、前記加算器の加算入力として与えることにより、前記加算器の出力から合成波形データ  $O_n$  を生成するデータ巡回手段と、を具備することを特徴とする楽音合成装置。

【請求項 8】 予め記憶された波形を外部からの発音指示に従い波形データ  $I_n$  として読み出す基本波形発生手段と、

入力データに対してランダムなデータ系列  $K_n$  を発生するランダム信号発生手段と、

前記基本波形発生手段の波形データ  $I_n$  と前記ランダム信号発生手段のデータ系列  $K_n$  とを入力して重み付け加算をする波形混合手段と、

遅延器と減算器とを閉ループ状に結合して、前記波形混合手段のデータ系列  $K_n$  を前記減算器に入力し、前記遅延器の遅延出力を前記ランダム信号発生手段の入力データとして与えると共に、前記減算器の減算入力として与えることにより、前記減算器の出力から合成波形データ  $O_n$  を生成するデータ巡回手段と、を具備することを特徴とする楽音合成装置。

【請求項 9】 予め記憶された波形を外部からの発音指示に従い波形データ  $I_n$  として読み出す基本波形発生手段と、

入力信号を非線形に変換する非線形変換器、前記非線形変換器の出力を波形データ  $\varepsilon_n$  と乗算又は加算し、この信号を遅延して前記非線形変換器の入力信号として与える第 1 の遅延器を有し、ランダムなデータ系列  $K_n$  を発生するランダム信号発生手段と、

前記基本波形発生手段の波形データ  $I_n$  と前記ランダム信号発生手段のデータ系列  $K_n$  とを入力して重み付け加算をする波形混合手段と、

遅延器と加算器とを閉ループ状に結合して、前記波形混合手段のデータ系列  $K_n$  を前記加算器に入力し、前記遅延器の遅延出力を前記ランダム信号発生手段の入力データとして与えると共に、前記加算器の加算入力として与えることにより、前記加算器の出力から合成波形データ  $O_n$  を生成するデータ巡回手段と、を具備することを特

徴とする楽音合成装置。

【請求項 1 0】 予め記憶された波形を外部からの発音指示に従い波形データ  $I_0$  として読み出す基本波形発生手段と、

入力信号を非線形に変換する非線形変換器、前記非線形変換器の出力を波形データ  $\varepsilon_0$  と乗算又は加算し、この信号を遅延して前記非線形変換器の入力信号として与える第 1 の遅延器を有し、ランダムなデータ系列  $K_0$  を発生するランダム信号発生手段と、

前記基本波形発生手段の波形データ  $I_0$  と前記ランダム信号発生手段のデータ系列  $K_0$  とを入力して重み付け加算をする波形混合手段と、

遅延器と減算器とを閉ループ状に結合して、前記波形混合手段のデータ系列  $K_0$  を前記減算器に入力し、前記遅延器の遅延出力を前記ランダム信号発生手段の入力データとして与えると共に、前記減算器の減算入力として与えることにより、前記減算器の出力から合成波形データ  $O_0$  を生成するデータ巡回手段と、を具備することを特徴とする楽音合成装置。

【請求項 1 1】 前記ランダム信号発生手段は、時間  $n$  ( $n$  は整数) におけるデータ  $X_n$  が差分方程式  $X_{n+1} = f(X_n) \pm \varepsilon_n$  に従って変化することにより、データ系列  $K_0$  を発生するものであることを特徴とする請求項 6 ~ 1 0 のいずれか 1 項記載の楽音合成装置。

【請求項 1 2】 前記ランダム信号発生手段は、時間  $n$  ( $n$  は整数) におけるデータ  $X_n$  が差分方程式  $X_{n+1} = \varepsilon_n \times f(X_n)$  に従って変化することにより、データ系列  $K_0$  を発生するものであることを特徴とする請求項 6 ~ 1 0 のいずれか 1 項記載の楽音合成装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】 本発明は電子楽器等の音源等に用いられる楽音合成装置に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】 カオス的な振る舞いをする電子回路を用いてランダムな信号を発生させ、この信号にフィルタ処理を施すことにより変動感のある音色を合成する装置が知られている。この種の技術は、例えば文献 “Musical Signals from Chua's Circuit” (著書: Gottfried Mayer-Kress ほか、出版: “IEEE Transactions On Circuit And Systems” Vol. 40, No. 10, October 1993) に開

$$R = R_{\max} \left[ (1/2) + \{ \sin(2\pi(t/T)) / 2 \} \right]$$

但し、 $t$  は任意の時刻、 $R_{\max}$  は抵抗  $R$  の最大値である。

【0 0 0 7】 可変抵抗回路 7 1 4 とコンデンサ 7 0 4 で構成される閉ループに結合している左側の回路、即ち可変抵抗 7 0 5、抵抗 7 0 1、コイル 7 0 2、コンデンサ 7 0 3 とから成る回路は、インピーダンスが十分大きい

示されている。

【0 0 0 3】 以下図面を参照しながら上述したような従来の楽音合成装置について説明する。図 7 は従来の楽音合成装置のブロック図である。図 7 において、楽音合成装置は、抵抗 7 0 1、コイル 7 0 2、コンデンサ 7 0 3 からなる遅延回路部と、可変抵抗 7 0 5、周期波形発生回路 7 1 5 からなる波形データ発生部と、可変抵抗回路 7 1 4、コンデンサ 7 0 4 からなる関数発生部とにより構成されている。可変抵抗回路 7 1 4 は演算増幅器 7 1 2 を中心とする第 1 の負性抵抗回路と演算増幅器 7 1 3 を中心とする第 2 の負性抵抗回路とから構成される。第 1 の負性抵抗回路は演算増幅器 7 1 2 の出力端から非反転入力端に対する帰還抵抗 7 0 6、反転入力端に対する帰還抵抗 7 0 8、接地抵抗 7 1 0 を有し、第 2 の負性抵抗回路は演算増幅器 7 1 3 の出力端から非反転入力端に対する帰還抵抗 7 0 7、反転入力端に対する帰還抵抗 7 0 9、接地抵抗 7 1 1 を有するものである。

【0 0 0 4】 周期波形発生回路 7 1 5 は楽音信号の基本波形を一定のピッチで発生する回路であり、読み出し専用メモリ (ROM) と読み出し回路で構成される。2 端子回路である可変抵抗回路 7 1 4 の印加電圧を  $V_i$  とし、この回路に流れる電流を  $I_i$  とすると、 $V_i$  と  $I_i$  の特性は図 8 に示すようになる。本図に示すように印加電圧  $V_i$  が正の場合と負の場合では動作範囲が異なり、いずれの領域においても負性抵抗を示す。図中の BP 1 及び BP 2 は、特性カーブの原点付近に存在する屈曲点の電圧である。

【0 0 0 5】 このように構成された楽音合成装置の発振波形の一例を図 9 に示す。電圧  $V_i$  は図 7 のコンデンサ 7 0 4 の端子間電圧であり、ある楽器の繰り返し合成音を示している。

【0 0 0 6】 まず図 7 において、可変抵抗回路 7 1 4 とコンデンサ 7 0 4 で構成される閉ループは、その信号 ( $V_i$ ,  $V_r$ ,  $I_r$ ) の時間変化が図 9 に示すようになり、ランダム (カオス状態) にできることが知られている。このため上記の閉ループはカオス発生器と呼ばれている。周期波形発生回路 7 1 5 は周期  $T$  の波形を発生し、この周期波形に基づき可変抵抗 7 0 5 の抵抗値  $R$  を (1) 式で示す値に変化させる。その結果、可変抵抗 7 0 5 に生じる電流や電圧は周期  $T$  の周期波形になる。

【数 1】

$$\dots\dots\dots (1)$$

場合は電流源としてとらえることができ、インピーダンスが十分小さい場合は電圧源としてとらえることができる。前者の場合は可変抵抗 7 0 5 に生じる電流の変化分は直接電流  $I_r$  に摂動を与え、後者の場合は可変抵抗 7 0 5 に生じる電圧変化が直接電圧  $V_i$  に摂動を与える。いずれにしても可変抵抗回路 7 1 4 とコンデンサ 7 0 4

で構成される閉ループ中の信号 ( $V_i$ ,  $V_k$ ,  $I_k$ ) は、可変抵抗 705 の抵抗値の周期的変化によって振動が与えられるため、周期 T の周期性とランダム信号の特徴である不規則な変動感との 2 つの特徴を兼ね備えた信号となる。

【0008】尚、本装置の初期状態として、少なくともコンデンサ 703, 704 のどちらかには値 0 ではない電荷がチャージされているものとする。そして発振電圧  $V_i$  を所望の合成音として取り出すことにより、図 9 に示すような周期が T で波形形状が不規則に時間変動する合成音を発生することができる。尚、抵抗 701, コイル 702, コンデンサ 704 とからなる回路は、発振電圧 (合成音)  $V_i$  に対するローパスフィルタあるいはバンドプーストフィルタとして作用する。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら図 7 に示すような従来の構成では、図 9 に示すように合成音  $V_i$  が合成音の立上り時刻 0 からいきなり周期波形となる。このため立上りがランダムでその後次第に周期波形に変化するような特徴、即ち古来からある自然楽器の特徴をもった音を合成することができないという欠点があった。

【0010】もっともランダムな信号から次第に周期性を帯びてくるような波形を周期波形発振回路 715 により発振させることは、原理的には可能である。しかしその回路規模が膨大となってしまう、実現困難である。例えば一連の波形をメモリに記憶させ、これを読出すような回路にすると、ランダムな信号から次第に周期性を帯びてくるような波形を発生させることができる。しかしこのような波形の全てを記憶するためには、メモリ容量が非常に膨大になってしまうという問題点がある。

【0011】本発明はこのような従来の問題点に鑑みてなされたものであって、簡単な回路構成でランダムな信号から次第に周期波形に変化し、しかも変動感を有するといった自然楽器音の特徴をもった音を合成できる楽音合成装置を提供することを目的とする。

【0012】又ランダムな波形から次第に周期波形に変化し、しかも変動感を有するといった自然楽器音の特徴をもった音と、自然楽器音に忠実な音とを融合した新しい音を合成することができ、更にそれらの音を 1 つのパラメータの調整によって連続的に遷移させることのできる楽音合成装置を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】これらの課題を解決するため、本願の請求項 1 の発明は、入力データに対してランダムなデータ系列  $K_n$  を発生するランダム信号発生手段と、遅延器と加算器とを閉ループ状に結合して、前記ランダム信号発生手段のデータ系列  $K_n$  を前記加算器に入力し、前記遅延器の遅延出力を前記ランダム信号発生手段の入力データとして与えると共に、前記加算器の加

算入力として与えることにより、前記加算器の出力から合成波形データ  $O_n$  を生成するデータ巡回手段と、を具備することを特徴とするものである。

【0014】また請求項 2 記載の発明は、入力データに対してランダムなデータ系列  $K_n$  を発生するランダム信号発生手段と、遅延器と減算器とを閉ループ状に結合して、前記ランダム信号発生手段のデータ系列  $K_n$  を前記減算器に入力し、前記遅延器の遅延出力を前記ランダム信号発生手段の入力データとして与えると共に、前記減算器の減算入力として与えることにより、前記減算器の出力から合成波形データ  $O_n$  を生成するデータ巡回手段と、を具備することを特徴とするものである。

【0015】また請求項 3 記載の発明は、入力信号を非線形に変換する非線形変換器、前記非線形変換器の出力を波形データ  $\varepsilon_n$  と乗算又は加算し、この信号を遅延して前記非線形変換器の入力信号として与える第 1 の遅延器を有し、ランダムなデータ系列  $K_n$  を発生するランダム信号発生手段と、第 2 の遅延器と加算器とを閉ループ状に結合して、前記ランダム信号発生手段のデータ系列  $K_n$  を前記加算器に入力し、前記第 2 の遅延器の遅延出力を前記ランダム信号発生手段の入力データとして与えると共に、前記加算器の加算入力として与えることにより、前記加算器の出力から合成波形データ  $O_n$  を生成するデータ巡回手段と、を具備することを特徴とするものである。

【0016】また請求項 4 記載の発明は、入力信号を非線形に変換する非線形変換器、前記非線形変換器の出力を波形データ  $\varepsilon_n$  と乗算又は加算し、この信号を遅延して前記非線形変換器の入力信号として与える第 1 の遅延器を有し、ランダムなデータ系列  $K_n$  を発生するランダム信号発生手段と、第 2 の遅延器と減算器とを閉ループ状に結合して、前記ランダム信号発生手段のデータ系列  $K_n$  を前記減算器に入力し、前記第 2 の遅延器の遅延出力を前記ランダム信号発生手段の入力データとして与えると共に、前記減算器の減算出力から合成波形データ  $O_n$  を生成するデータ巡回手段と、を具備することを特徴とするものである。

【0017】また請求項 5 記載の発明では、前記ランダム信号発生手段は、時間  $n$  ( $n$  は整数) におけるデータ  $X_n$  が差分方程式  $X_{n+1} = f(X_n) \pm \varepsilon_n$  に従って変化することにより、データ系列  $K_n$  を発生することを特徴とするものである。

【0018】また請求項 6 記載の発明では、前記ランダム信号発生手段は、時間  $n$  ( $n$  は整数) におけるデータ  $X_n$  が差分方程式  $X_{n+1} = \varepsilon_n \times f(X_n)$  に従って変化することにより、データ系列  $K_n$  を発生することを特徴とするものである。

【0019】このような構成により、ランダム信号発生手段がデータ列  $K_n$  をデータ巡回手段中において巡回さ

せることにより、データ列 $K_n$ が時間の経過と共にランダムな信号から次第に変動をもつ周期波形( $O_n, \varepsilon_n$ )に変化していく。更に波形データ $\varepsilon_n$ をランダム信号発生手段にフィードバックさせ、波形データ $\varepsilon_n$ によって巡回するデータ列 $K_n$ に摂動を与えることにより、データ列 $K_n$ は時間の経過と共にランダムな波形から次第に周期波形に変化していく。しかも変動感が生まれると共にその周期成分以外、即ちデータ巡回手段で増幅されない成分は抑制されていく。その結果、データ巡回手段から取出された合成波形データ $O_n$ は、立上りがランダムでその後次第に周期波形に変化し、しかも変動感を有するといった自然楽器音の特徴をもった音になる。

【0020】また請求項7記載の発明は、予め記憶された波形を外部からの発音指示に従い波形データ $I_n$ として読み出す基本波形発生手段と、入力データに対してランダムなデータ系列 $K_n$ を発生するランダム信号発生手段と、前記基本波形発生手段の波形データ $I_n$ と前記ランダム信号発生手段のデータ系列 $K_n$ とを入力して重み付け加算をする波形混合手段と、遅延器と加算器とを閉ループ状に結合して、前記波形混合手段のデータ系列 $K_n$ を前記加算器に入力し、前記遅延器の遅延出力を前記ランダム信号発生手段の入力データとして与えると共に、前記加算器の加算入力として与えることにより、前記加算器の出力から合成波形データ $O_n$ を生成するデータ巡回手段と、を具備することを特徴とするものである。

【0021】また請求項8記載の発明は、予め記憶された波形を外部からの発音指示に従い波形データ $I_n$ として読み出す基本波形発生手段と、入力データに対してランダムなデータ系列 $K_n$ を発生するランダム信号発生手段と、前記基本波形発生手段の波形データ $I_n$ と前記ランダム信号発生手段のデータ系列 $K_n$ とを入力して重み付け加算をする波形混合手段と、遅延器と減算器とを閉ループ状に結合して、前記波形混合手段のデータ系列 $K_n$ を前記減算器に入力し、前記遅延器の遅延出力を前記ランダム信号発生手段の入力データとして与えると共に、前記減算器の減算入力として与えることにより、前記減算器の出力から合成波形データ $O_n$ を生成するデータ巡回手段と、を具備することを特徴とするものである。

【0022】また請求項9記載の発明は、予め記憶された波形を外部からの発音指示に従い波形データ $I_n$ として読み出す基本波形発生手段と、入力信号を非線形に変換する非線形変換器、前記非線形変換器の出力を波形データ $\varepsilon_n$ と乗算又は加算し、この信号を遅延して前記非線形変換器の入力信号として与える第1の遅延器を有し、ランダムなデータ系列 $K_n$ を発生するランダム信号発生手段と、前記基本波形発生手段の波形データ $I_n$ と前記ランダム信号発生手段のデータ系列 $K_n$ とを入力し

て重み付け加算をする波形混合手段と、遅延器と加算器とを閉ループ状に結合して、前記波形混合手段のデータ系列 $K_n$ を前記加算器に入力し、前記遅延器の遅延出力を前記ランダム信号発生手段の入力データとして与えると共に、前記加算器の加算入力として与えることにより、前記加算器の出力から合成波形データ $O_n$ を生成するデータ巡回手段と、を具備することを特徴とするものである。

【0023】また請求項10記載の発明は、予め記憶された波形を外部からの発音指示に従い波形データ $I_n$ として読み出す基本波形発生手段と、入力信号を非線形に変換する非線形変換器、前記非線形変換器の出力を波形データ $\varepsilon_n$ と乗算又は加算し、この信号を遅延して前記非線形変換器の入力信号として与える第1の遅延器を有し、ランダムなデータ系列 $K_n$ を発生するランダム信号発生手段と、前記基本波形発生手段の波形データ $I_n$ と前記ランダム信号発生手段のデータ系列 $K_n$ とを入力して重み付け加算をする波形混合手段と、遅延器と減算器とを閉ループ状に結合して、前記波形混合手段のデータ系列 $K_n$ を前記減算器に入力し、前記遅延器の遅延出力を前記ランダム信号発生手段の入力データとして与えると共に、前記減算器の減算入力として与えることにより、前記減算器の出力から合成波形データ $O_n$ を生成するデータ巡回手段と、を具備することを特徴とするものである。

【0024】また請求項11記載の発明では、前記ランダム信号発生手段は、時間 $n$  ( $n$ は整数)におけるデータ $X_n$ が差分方程式 $X_{n+1} = f(X_n) \pm \varepsilon_n$ に従って変化することにより、データ系列 $K_n$ を発生することを特徴とするものである。

【0025】また請求項12記載の発明では、前記ランダム信号発生手段は、時間 $n$  ( $n$ は整数)におけるデータ $X_n$ が差分方程式 $X_{n+1} = \varepsilon_n \times f(X_n)$ に従って変化することにより、データ系列 $K_n$ を発生することを特徴とするものである。

【0026】このような構成により、基本波形発生手段に自然楽器音等から抽出した波形データを記憶させ、これを外部からの発音指示に従い波形データ $I_n$ として読み出す。一方、ランダム信号発生手段がデータを巡回させることによりランダムなデータ列 $K_n$ を発生する。そして波形混合手段が $I_n$ と $K_n$ の重み付け加算をしてデータ列 $D_n$ として出力し、このデータ列 $D_n$ をデータ巡回手段中において巡回させ、巡回中のデータを合成波形データ $O_n$ として取り出す。波形混合手段において $D_n$ が $K_n$ と同じになるように重み付け加算をした場合は、合成波形データ $O_n$ は立上りがランダムでその後次第に周期波形に変化し、しかも変動感を有するといった自然楽器音の特徴をもった音となる。又波形混合手段において $D_n$ が $K_n$ と同じになるように重み付け加算をした場合は、合成波形データ $O_n$ は自然楽器を忠実に再現した

音となる。又波形混合手段において $D_n$ が $I_n$ と $K_n$ との混合波形となるように重み付け加算をした場合は、ランダムな信号から次第に周期波形に変化し、自然楽器音に対して新しい音を融合した音になる。

【0027】

【発明の実施の形態】

（実施形態1）以下本発明の第1実施形態における楽音合成装置について図面を参照しながら説明する。図1は第1実施形態における楽音合成装置の基本構成を示すブロック図である。図1において、楽音合成装置は非線形関数発生器と遅延器を閉ループ状に構成し、ランダムなデータ列 $K_n$ を発生するカオス発生器101（ランダム信号発生手段）と、遅延器102及び加算器103から成るコムフィルタ104（データ巡回手段）とにより構成される。

【0028】図2はカオス発生器101の構成を示す回路図である。本図に示すように、カオス発生器101は入力に対して非線形変換を施す関数発生器201、第1

$$X_{n+1} = f(X_n) \pm \varepsilon_n$$

（2）式中の関数 $f$ は関数発生器201の関数であり、その特性を図4に示す。入力 $X_n$ は関数発生器201のアドレスに対応し、遅延器202は1サンプリング時間入力信号を遅延させる遅延器である。関数 $f$ の形状によってカオス状態になるか、ならないか決まるが、その決定基準について詳しい説明は省略する。

【0031】図4において例えば原点から座標（ $a$ ， $b$ ）までは勾配が $b/a$ の直線となり、これより以降はなだらかに減衰する折れ線となる非線形変換を考える。 $X_n$ の初期値即ち $X_0$ として $a/2$ が入力されると、

$(a/2) \times (b/a)$ が $f(X)$ として出力され、この値が1サンプリング周期遅れて $X_1$ として入力される。このようにフィードバックが時間の経過により $n$ 回繰り返されると、 $X_n = (a/2) \times (b/a)^n$ となる。 $a > b$ であるので入力値 $X_n$ の値はサンプリング周期 $t$ 毎に増加する。やがて座標（ $a$ ， $b$ ）を越えると、フィードバックゲインが低下するので関数発生器201の出力振幅が減少する。加算器203の入力 $\varepsilon$ が0であれば、このように増加及び減衰の繰り返しが各周期毎に

$$f_1 = f_s / m$$

但し、 $f_s$ はサンプリング周波数である。

【0035】データ列 $K_n$ はコムフィルタ104によって次第に周期性を帯びてくる。即ち図5に示すように合成データ $O_n$ や波形データ $\varepsilon_n$ は、初めはランダムで次第に周期性を帯びてくる。但しデータ列 $K_n$ が常にランダムであるとする、時間が十分に経過して合成データ $O_n$ や波形データ $\varepsilon_n$ が周期波形となった時点において、ランダムな成分が重畳されノイジ的な音色になく、このノイジな成分を抑制するために、波形データ $\varepsilon_n$ をカオス発生器101にフィードバックし、データ列 $K_n$ に対して摂動を与える。

の遅延器202、加算器203により構成される。尚加算器203は $\varepsilon_n$ を減算入力とする減算器であってもよい。

【0029】図3はカオス発生器101のその他の構成例を示す回路図である。図3に示すものでは、図2の加算器203に代えてデータ列 $K_n$ と波形データ $\varepsilon_n$ の乗算を行う乗算器301が設けられている。尚その他の回路は図2のものと同様である。

【0030】以上のように構成された第1実施形態の楽音合成装置の動作について説明をする。まず図2に示すカオス発生器101は、図7に示した従来の楽音合成装置の可変抵抗回路714とコンデンサ704とから構成される閉ループ状の回路と同様の動作、即ちランダムな信号を発生する。このカオス発生器101は（2）式に示す漸化式（差分方程式ともいう）を演算する回路であり、この式は一般にカオス状態をつくりだすアルゴリズムとして知られている。

【数2】

$$\dots\dots\dots (2)$$

異なる遷移をたどる。

【0032】少なくとも図4に示すような非線形特性の関数にすれば、カオス状態をつくりだすことができる。その場合、関数発生器201の出力するデータ列 $K_n$ はランダムな信号となる。

【0033】尚データ列 $K_n$ は遅延器202の入力や出力からとってよい。又加算器203は入力の一方の符号をマイナスとする減算器としてもよいし、両方の符号をマイナスとする加算器としてもよい。又遅延器202の遅延段数は複数の段数の遅延器を用いてもさしつかえない。

【0034】さて図1においてカオス発生器101から発生されたランダムなデータ列 $K_n$ は、コムフィルタ104に入力される。コムフィルタ104では加算器103が2つの入力を加算する方式を採っているので、

（3）式で決まる周波数 $f_1$ の整数次倍音を増幅するフィルタとして作用する。尚周波数 $f_1$ は所望の合成データ $O_n$ の基本ピッチに対応する周波数である。

【数3】

$$\dots\dots\dots (3)$$

【0036】波形データ $\varepsilon_n$ は図5の原点付近の時間軸で示すように、音の立上り時刻付近はランダムであるので、この時点では摂動を与えられたデータ列 $K_n$ はランダムな信号のままである。しかし時間の経過と共に波形データ $\varepsilon_n$ は周期性を帯びてくるため、摂動を与えられたデータ列 $K_n$ は周期性を増し、逆にランダム性が抑制される。

【0037】詳述すると、コムフィルタ104によって増幅された成分（ $f_1$ の倍音成分）がデータ列 $K_n$ に対して摂動を与えるため、摂動を与えられたデータ列 $K_n$ に対する $f_1$ の倍音成分は増大し、それ以外の成分は抑



制される。従って音の立上り区間はランダムな信号で、時間の経過と共に次第に変動感をもった周期波形に遷移していく。

【0038】尚カオス発生器101のデータ列K<sub>0</sub>を摂動させる別の方法として、図3に示すような乗算器301を用いた方法もあり、この場合も同様の動作をする。又摂動させる対象波形はK<sub>0</sub>に限る必要はなく、カオス発生器101の閉ループ中の波形、例えば遅延器202の出力波形等であればどの波形を選んでよい。又図1において、波形データε<sub>0</sub>はコムフィルタ中の任意のタップ位置、例えば第2の遅延器102の途中段から取出してもよい。又合成データO<sub>0</sub>として図1の楽音合成装置の任意のノードから取出した波形を用いてもよい。又加算器103の一方の入力の符号をマイナスとした減算器としてもよい。この場合コムフィルタ104の強調周波数成分は( $f_s/2m$ )の奇数倍となる。更に両方の入力の符号をマイナスとした加算器としてもよい。

【0039】以上のように第1実施形態の楽音合成装置によれば、カオス発生器101は(2)式に示す漸化式を演算することにより、ランダムなデータ列K<sub>0</sub>を発生し、コムフィルタ104がデータ列K<sub>0</sub>を入力としてf<sub>1</sub>の倍音成分を増幅させた波形データε<sub>0</sub>を発生する。そして波形データε<sub>0</sub>でデータ列K<sub>0</sub>を摂動させることにより、図5に示すように音の立上り区間はランダムで、時間の経過と共に変動感をもった周期波形に遷移させることができる。結果として立上りがランダムで、その後次第に周期波形に変化し、しかも変動感を有するといった自然楽器音の特徴をもった音を合成することができる。

【0040】(実施形態2)次に本発明の第2実施形態における楽音合成装置について図面を参照しながら説明する。図6は第2実施形態における楽音合成装置の基本構成を示すブロック図である。図1に示す第1実施形態と同一部分は同一符号を付して詳細な説明を省略する。本図において、PCM発生器601は自然楽器から抽出された駆動データをPCM波形として記憶し、外部からの発音指示に従って波形データI<sub>0</sub>として出力する基本波形発生手段である。ミキシング回路602は波形データI<sub>0</sub>とカオス発生器101の出力するデータ列K<sub>0</sub>とに対して重み付け加算をして、データ列D<sub>0</sub>を出力する波形混合手段である。尚ミキシング回路602は通常用いられる回路で簡単に構成できるので、中身については説明を省略する。又その他の回路は図1に示す楽音合成装置と同様である。

【0041】以上のように構成された楽音合成装置の動作について説明をする。まずミキシング回路602においてデータ列K<sub>0</sub>のみを通過させるように重み付けを調整する。この場合は図1に示す楽音合成装置と同様の動作となる。つまり合成データO<sub>0</sub>は立上りがランダムでその後次第に周期波形に変化し、しかも変動感を有する

といった自然楽器音の特徴をもった音となる。

【0042】次にミキシング回路602について波形データI<sub>0</sub>のみを通過させるように重み付けを調整する。波形データI<sub>0</sub>は、自然楽器の音にコムフィルタ104の伝達特性(インパルスレスポンス)を逆に畳み込むことにより得られるデータ(駆動データとする)であるので、合成データO<sub>0</sub>は自然楽器音を忠実に再現した音となる。

【0043】次にミキシング回路602においてデータ列K<sub>0</sub>と波形データI<sub>0</sub>の両者を混合するように重み付けを調整する。この場合、合成データO<sub>0</sub>は立上りがランダムでその後次第に周期性を帯びてくるような自然楽器音の特徴をもった音と、自然楽器音に忠実に再現した音が混合された音となる。但し単純に重ね合わせた場合の音とは異なり、十分に融合された、言い換えれば分離感のない音を得られる。

【0044】それはPCM発生器601から発生された波形データI<sub>0</sub>がコムフィルタ104を介してカオス発生器101に対して摂動を与えるからである。この摂動によりデータ列K<sub>0</sub>は波形データI<sub>0</sub>の倍音の特徴を受ける。例えば波形データI<sub>0</sub>の奇数次倍音が偶数次倍音より十分大きいといった特徴をもっていた場合、データ列K<sub>0</sub>は奇数次倍音の摂動を大きく受け、逆に偶数次倍音の摂動をほとんど受けないこととなる。そのためデータ列K<sub>0</sub>は奇数次倍音の強調された音色となる。

【0045】このように第2実施形態の楽音合成装置によれば、ミキシング回路602がカオス発生器101から発生されたデータ列K<sub>0</sub>とPCM発生器601から発生された駆動データ(波形データI<sub>0</sub>)との両者を混合してデータ列D<sub>0</sub>を生成する。そしてコムフィルタ104が波形データI<sub>0</sub>の音色の特徴をカオス発生器101に対してフィードバックしてデータ列K<sub>0</sub>にその特徴を反映させるようにしたので、立上りがランダムでその後次第に周期波形に変化し、しかも変動感を有するといった自然楽器音の特徴をもった音と、自然楽器音に忠実に再現した音とを融合させることができる。又ミキシング回路602の重み付けを調整することによって、それらの音を任意な音色に遷移させることができる。

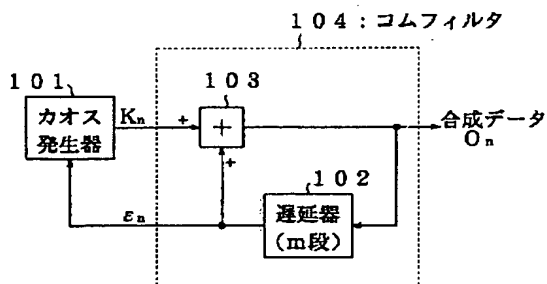
【0046】

【発明の効果】以上のように請求項1～6記載の発明によれば、ランダム信号発生手段がランダムなデータ列K<sub>0</sub>を発生し、データ巡回手段がデータ列K<sub>0</sub>を巡回させることにより、時間の経過と共に次第に周期性をもった波形データε<sub>0</sub>を発生することができる。そして波形データε<sub>0</sub>でデータ列K<sub>0</sub>を摂動させることにより、合成データO<sub>0</sub>は時間の経過と共にランダムな信号から次第に不規則な変動感をもつ周期波形に変化させることができる。また周期成分以外、即ちデータ巡回手段で増幅されない成分は抑制されることとなる。つまり立上りがランダムでその後次第に周期波形に変化し、しかも変動感

を有するといった特徴を有する波形データが生成できるので、従来の電子楽器では合成できないような自然楽器音の音をより簡単な電子回路を用いて作ることができる。またキーボード上では同一の入力であっても、演奏する度に各楽器の音色が微妙に変化するという効果が得られる。

【0047】又請求項7～12記載の発明によれば、基本波形発生手段に自然楽器音から抽出した駆動データを記憶させ、これを外部からの発音指示に従い波形データ  $I_n$  として読み出る。一方、ランダム信号発生手段がデータ巡回させることによりランダムなデータ列  $K_n$  を発生することができる。そして波形混合手段が  $I_n$  と  $K_n$  の重み付け加算をしてデータ列  $D_n$  として出力し、データ巡回手段で巡回させることにより、時間の経過と共に次第に周期性をもつと共に、自然楽器の特徴をもった波形データ  $\varepsilon_n$ 。合成させることができる。この波形データ  $\varepsilon_n$  でデータ列  $K_n$  を摂動させることにより、データ列  $K_n$ 。及び所望の合成データ  $O_n$  は時間の経過と共にランダムな信号から次第に不規則な変動をもつ周期波形に変化すると共に、その周期成分以外、即ちデータ巡回手段で増幅されない成分を抑制することができる。その結果、立上りがランダムでその後次第に周期波形に変化し、しかも変動感を有するといった音と、自然楽器音を忠実に再現した音を融合させた新しい音を合成することができる。更に波形混合手段の重み付けを調整することにより、立上りがランダムでその後次第に周期波形に変化し、しかも変動感を有するといった自然楽器音を忠実に再現した音までを自由に遷移させることができる。従来の電子楽器では合成できないような自然楽器音の音をより簡単な電子回路を用いて作ることができる。ま

【図1】



たキーボード上では同一の入力であっても、演奏する度に各楽器の音色が微妙に変化するという効果は同様に得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態における楽音合成装置の基本構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の各実施形態に用いられるカオス発生器の1つの構成例を示すブロック図である。

【図3】本発明の各実施形態に用いられるカオス発生器の他の構成例を示すブロック図である。

【図4】関数発生器の特性図である。

【図5】合成データ  $O_n$  の波形図である。

【図6】本発明の第2実施形態における楽音合成装置の基本構成を示すブロック図である。

【図7】従来の楽音合成装置の基本構成を示すブロック図である。

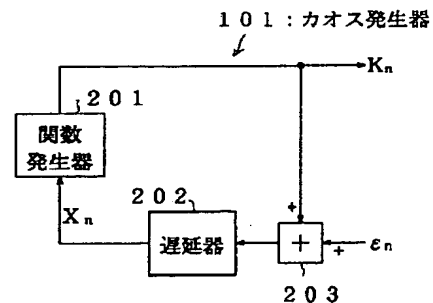
【図8】従来の楽音合成装置に用いられる可変抵抗回路の特性図である。

【図9】従来の楽音合成装置の出力する信号波形図である。

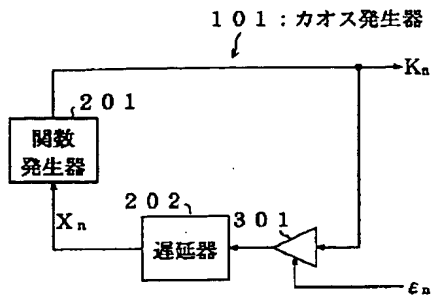
【符号の説明】

- 101 カオス発生器
- 102, 202 遅延器
- 103, 203 加算器
- 104 コムフィルタ
- 201 関数発生器
- 301 乗算器
- 601 PCM発生器
- 602 ミキシング回路

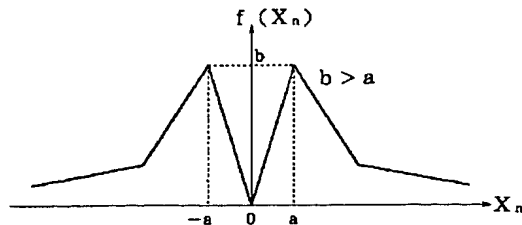
【図2】



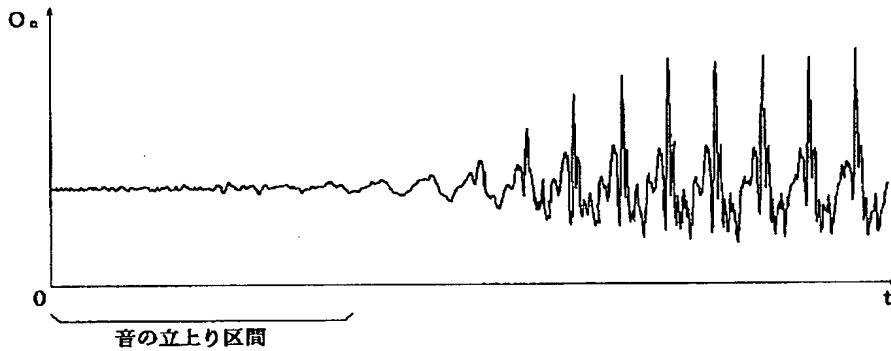
【図 3】



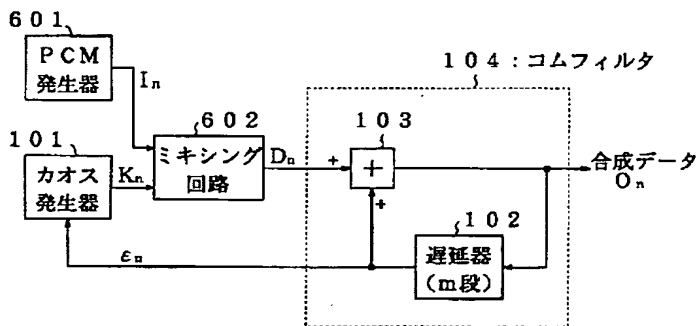
【図 4】



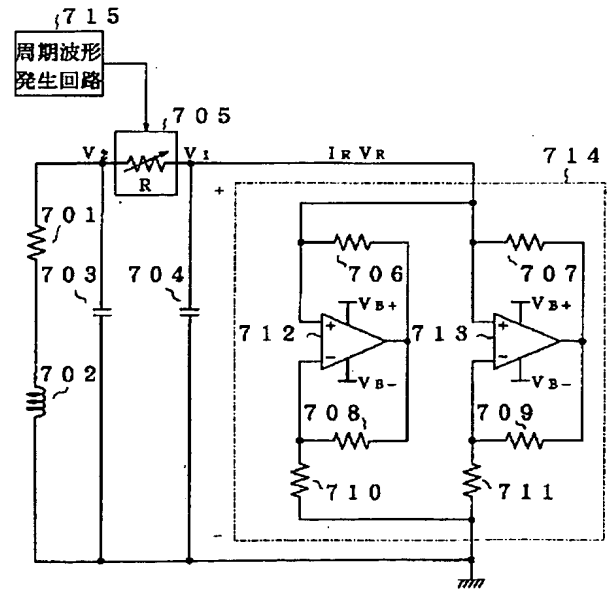
【図 5】



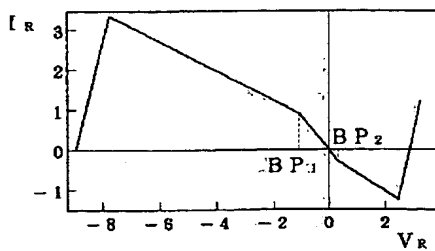
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【図9】

